



RAPPORT LNR 5496-2007

# Vannforekomst Drammensfjorden

Nødvendige undersøkelser for å  
fullkarakterisere Drammensfjorden

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Vannforekomst Drammensfjorden. Nødvendige undersøkelser for å fullkarakterisere Drammensfjorden	Løpenr. (for bestilling) 5496-2007	Dato 5. november 2007
	Prosjektnr. Undernr. 27311	Sider Pris 27
Forfatter(e) Are Pedersen, Marit Mjelde, Thrond Haugen, Aud Helland	Fagområde marin	Distribusjon
	Geografisk område Buskerud	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Buskerud	Oppdragsreferanse
---	-------------------

**Sammendrag**

Hovedmålet med det foreliggende prosjektet har vært å gi en oversikt over hvilke undersøkelser som er nødvendige for å kunne fullkarakterisere Drammensfjorden, samt anbefalinger i forhold til behov for tilleggsundersøkelser. Indre del av Drammensfjorden er redefinert til en oligohalin fjord med lang oppholdstid av bunnvannet. For å fullkarakterisere Drammensfjorden stilles det ikke krav til nye undersøkelser. Imidlertid er det i det siste utført eller planlagt omfattende inngrep i fjorden. På bakgrunn av disse vurderingene foreslår vi at det foretas nye hydrologiske undersøkelser, nye zoologiske og botaniske undersøkelser i ferskvannslaget av fjorden, en ny undersøkelse av bløtbunnssamfunnet i fjordens dypområde samt en kartlegging av saltvanns- og ferskvannsfiskesamfunnene. I tillegg er det behov for å kartlegge det geografiske omfanget av deponeringen i Dramstadbukta og hvilken miljøstatus sedimentene nå har. Det er også viktig å foreta analyser av miljøgiftnivåene i fisk da det mangler nyere data. En slik oppdatering må sees i forhold til Tiltaksplan for forurenset sjøbunn i Drammensfjorden og eksisterende kostholdsråd for fjorden.

Fire norske emneord 1. fullkarakterisering 2. økologisk status 3. vanndirektivet 4.	Fire engelske emneord 1. Characterisation 2. Ecological status 3. Water Framework Directive 4.
---	--



Marit Mjelde  
Prosjektleder



Mats Walday  
Forskningsleder



Jarle Nygard  
Fag- og markedsdirektør

ISBN 978-82-577-5231-6



O-27311

## **Vannforekomst Drammensfjorden**

Nødvendige undersøkelser for å fullkarakterisere  
Drammensfjorden

# Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har på oppdrag fra Fylkesmannen i Buskerud foretatt en vurdering av hvilke undersøkelser som er nødvendige for å kunne fullkarakterisere Drammensfjorden, samt vurdert behovet for nye undersøkelser.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Inger Staubo.

Rapporten er utarbeidet av Are Pedersen, Marit Mjelde, Thrond O. Haugen og Aud Helland.

Vi takker for godt samarbeid.

Oslo, 5. november 2007

*Marit Mjelde*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>7</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>9</b>
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Formål	9
<b>2. Fullkarakterisering - generelle behov for data og undersøkelser i Drammensfjorden</b>	<b>10</b>
2.1 Inndeling i vannforekomster	10
2.1.1 Generelt	10
2.2 Typifisering og fastsettelse av naturtilstand	10
2.2.1 Generelt	10
2.2.2 Drammensfjorden - redefinering	10
2.3 Identifisering av sterkt modifiserte og kunstige vannforekomster	11
2.3.1 Generelt	11
2.3.2 Drammensfjorden	11
2.4 Analyse av belastninger	12
2.4.1 Generelt	12
2.4.2 Drammensfjorden	12
2.5 Vurdering av risiko for ikke å nå direktivets mål	13
2.5.1 Generelt	13
2.6 Økonomisk analyse av vannbruk	13
2.6.1 Generelt	13
2.6.2 Drammensfjorden	13
2.7 Vurdering av dagens tilstand (tilstandsklassifisering)	13
2.7.1 Generelt	13
2.7.2 Drammensfjorden	14
<b>3. Spesielle temaer</b>	<b>15</b>
3.1 Innledning	15
3.2 Kjemisk og hydrografisk effekt av terskelutvidelsen ved Svelvik	15
3.2.1 Tilgjengelige data	15
3.2.2 Behov for nye undersøkelser	15
3.3 Biologisk karakterisering av den ferskvannsdominerte gruntvannssonen (< 5 m dyp)	16
3.3.1 Tilgjengelige data	16
3.3.2 Behov for nye undersøkelser	16
3.4 Tilstanden i dypområdene (> 5 m dyp)	16
3.4.1 Tilgjengelige data	16
3.4.2 Behov for nye undersøkelser	16
3.5 Bestandskartlegging av fisk	17
3.5.1 Tilgjengelige data	17
3.5.2 Behov for nye undersøkelser	17
3.6 Miljøgifter i fisk	18

3.6.1 Tilgjengelige data	18
3.6.2 Behov for nye undersøkelser	18
<b>4. Antydte kostnadsramme for nye undersøkelser</b>	<b>19</b>
<b>5. Litteratur</b>	<b>20</b>
<b>VEDLEGG. Relevant litteratur om Drammensfjorden</b>	<b>23</b>

# Sammendrag

Hovedmålet med det foreliggende prosjektet har vært todelt: 1) gi en oversikt over hvilke undersøkelser som er nødvendige for å kunne fullkarakterisere Drammensfjorden i hht. den nye forskriften om vannforvaltning av 15. desember 2006 og 2) definere kunnskapshull og foreslå tilleggsundersøkelser for å kunne vurdere effekten av de nylig utførte eller planlagte inngrep i fjorden. Effektene av disse inngrepene på fjordens økologiske forhold og betydningen det vil ha for risikovurderingen kan ikke vurderes på bakgrunn av eksisterende data.

Ferskvannstilførslene til Drammensfjorden er store. Dette ble det lagt lite vekt på i den tidligere typifiseringen av fjorden. Vi mener at ferskvannslaget har svært stor innvirkning på de biologiske samfunn, både i den ferskvannspåvirkete gruntvannssonen og i den dypere saline sonen. Derfor har vi foreslått å redefinere indre del av fjorden til en oligohalin fjord med lang oppholdstid av bunnvannet.

For å fullkarakterisere Drammensfjorden stilles det ikke krav til nye undersøkelser (se Vannforskriften). Imidlertid er det i det siste utført eller planlagt omfattende inngrep i fjorden, f.eks. utvidelsen av Svelvikterskelen og utfylling av deler av indre havneområde. Dessuten er det utført eller planlagt tiltak mot miljøgift-forurensning fra landbaserte kilder og gruntvannssedimenter. Effektene av disse inngrepene og tiltakene på de økologiske forhold, og hvilken betydning det vil ha for risikovurderingen, vil ikke kunne vurderes på bakgrunn av eksisterende data, og begrunner derfor et behov for nye/ajourførte kunnskaper om:

- I) Mulig endrede betingelser for utskifting av fjordens dypvann
- II) Miljøgifter i fisk
- III) Livet i gruntvannssonen (ned til omkring 5 m, til dels manglende kunnskap)
- IV) Dyrelivet på dypt vann (kan ha fått gunstigere levevilkår)
- V) Kjemisk karakteristikk av sedimenter på dypt vann (kan ha fått hyppigere oksygentilførsel og større utlekking av miljøgifter)
- VI) Fiskebestander med hovedvekt på ferskvannsfisk (er ikke systematisk kartlagt)

Det er utarbeidet en oversikt over tidligere undersøkelser i Drammensfjorden, inkludert undersøkelser som har betydning for fullkarakteriseringen.



# Summary

The ecological and chemical status of Drammensfjorden is to be characterized within 2010 according to the Water Framework Directive (WFD). In that respect all existing knowledge on the marine status of Drammensfjorden has been evaluated. The characterization process requires no collection of new information. However, the County Governor of Buskerud - the responsible authority, wants information about outdated or missing data that could result in a misclassification of the fjord. This report suggests the following tasks to be implemented to ensure a correct classification of the fjord;

- What effects will an increase of the Svelvik sill with 2m depth have on the water exchange and oxygen condition in the water column, as well as in the sediments
- Updated information on toxic substances in some fishspecies and tissuetypes
- Updated information on benthic organisms occurring in the freshwater dominated shallow waters (<5m)
- Information on the effect a potential improved water exchange will have on the soft bottom communities
- What effect will a potential oxygen-increase in surface sediments have on the leakage of toxic substances to the water phase, and will it make toxic substances more available to fish stocks due to an increase in the number of prey animals on well oxygenated but polluted surfaces.
- Information on fish stocks and migration patterns - mainly freshwater species

Title: Drammensfjorden as a water body. What new data are needed to ensure a correct “complete characterization” of the fjord?

Year: 2007

Author: Are Pedersen, Marit Mjelde, Thrond O. Haugen, Aud Helland

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5231-6

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Hovedmålet med **karakterisering** av vannforekomster i Norge er å identifisere de vannforekomstene som står i fare for å ikke oppfylle vannforvaltningsforskriftens mål om god miljøtilstand.

Nasjonalt er det gjennomført en innledende **grovkarakterisering** av mer enn 14000 vannforekomster på bakgrunn av nasjonale og dels regionale datasett ([www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)). Et hovedmål med grovkarakteriseringen har vært å identifisere de vannforekomster som må prioriteres i forhold til videre karakterisering, for dermed å kunne plassere vannforekomstene i en av de to risikoklassene "risiko" og "ingen risiko". Det er også dette som har vært hovedfokus for fylkesmannens gjennomgang og kvalitetssikring av resultatene fra grovkarakteriseringen så langt, hvor vanntypene ble delt inn i tre hovedkategorier; åpenbart gode, åpenbart dårlige og mulig dårlige

I **fullkarakteriseringen** som er startet opp i 2007 skal vannregionmyndighetene sammen med brukerne av vannforekomstene kvalitetssikre de vurderingene som så langt er gjort ved å supplere med tilgjengelig regional og lokal data og kunnskap. Et sentralt mål for den gjenstående fullkarakteriseringen er å redusere omfanget av gruppen "mulig risiko" mest mulig, slik at det så langt det er grunnlag for det, kun operere med de to gruppene "ingen risiko" og "risiko".

Ifølge veilederen skal den videre karakteriseringen (fullkarakteriseringen) baseres på eksisterende data, d.v.s. at det ikke kreves nye undersøkelser for å fullføre karakteriseringsjobben. Derimot har det innenfor rammen av dette oppdraget vært ønske om å oppdatere foreldet kunnskap slik at en dermed vil kunne gi en sikrere fullkarakterisering av Drammensfjorden.

## 1.2 Formål

**Hovedmålet med det foreliggende prosjektet har vært to-delt: 1) gi en oversikt over hvilke undersøkelser som er nødvendige for å kunne fullkarakterisere Drammensfjorden i hht. den nye forskriften om vannforvaltning av 15. desember 2006 og 2) definere kunnskapshull og foreslå tilleggsundersøkelser for å kunne vurdere effekten av de nylig utførte eller planlagte inngrep i fjorden.**

Basert på eksisterende kunnskap om Drammensfjorden vil de viktigste temaene for eventuelle nye undersøkelser være knyttet til:

- vurdere om Drammensfjorden er rett klassifisert i hht. typologi
- hvilke effekter terskelutvidelsen ved Svelvik har for sirkulasjonen i fjorden og for fluks av miljøgifter
- biologisk karakterisering og tilstand i den ferskvannsdominerte gruntvannssonen
- tilstanden i de dypere saltvannsdominerte områdene i fjorden
- fiskebestandene i fjorden, både ferskvanns- og saltvannsfisk
- miljøgifter i fisk sett i lys av terskelutvidelsen ved Svelvik, havneutbygginger, mudring og deponeringer, samt gjeldende kostholdrestriksjoner for Drammensfjorden

## 2. Fullkarakterisering - generelle behov for data og undersøkelser i Drammensfjorden

Vurderingen av hvilke undersøkelser som er nødvendige for fullkarakterisering av Drammensfjorden er gjort på bakgrunn av kravene i Forskrift om vannforvaltning av 15.12.2006, tydeliggjort i veilederen "Rammedirektivet for vann. Metodikk for karakterisering av vannforekomster i Norge" versjon 1,0 (01.06.2007).

*Inndelingen i underkapitler referer til veilederen og generell beskrivelse er klippet herfra. NIVAs kommentarer og vurderinger er gitt i egne underkapitler benevnt Drammensfjorden.*

### 2.1 Inndeling i vannforekomster

#### 2.1.1 Generelt

En vannforekomst skal enten tilhøre kategorien elv, innsjø, kyst eller grunnvann. Inndeling i vannforekomster er basert på Elvenettverket, REGINE, Innsjøregisteret og Fjordkatalogen.

### 2.2 Typifisering og fastsettelse av naturtilstand

#### 2.2.1 Generelt

Med typifisering menes inndeling av homogene vannforekomster etter fastsatte fysiske og kjemiske kriterier (karakteristika). For marine områder opererer man med 23 vanntyper fordelt på økoregionene Barentshavet, Norskehavet, Nordsjøen og Skagerrak. Andre kriterier er salinitet i overflatevann, bølgeeksponering, dyp, oppholdstid av bunnvann, samt strømhastighet (se Moy m.fl. 2003).

Typifisering av vannforekomstene er gjennomført på bakgrunn av tilgjengelige nasjonale og regionale data. Lokale data og kunnskap skal brukes for å vurdere om det trengs justeringer (jfr. tabell 4.2 i veilederen).

#### Definering av Drammensfjorden

Drammensfjorden innenfor Svelvikterskelen er definert som en egen vannforekomst, og som en fjord med lang oppholdstid (Moy m. fl. 2003). Strekningen fra Svelvik og ut til Rødtangen- Blindsand er definert som fjord.

#### 2.2.2 Drammensfjorden - redefinering

Indre Drammensfjord er en terskelfjord, men på grunn av en særdeles grunn og smal terskel foreslår vi at fjorden innenfor Svelvik redefineres som en oligohalin fjord med lang oppholdstid av bunnvannet. Grunnen er at den store ferskvannstilførselen fra Drammenselva vil danne et i gjennomsnitt 6m tykt overflatelag helt ut mot Svelvikterskelen. Saltholdigheten vil oftest falle innen kategorien oligohalint dvs. mellom 0.5 til 5. I den tidligere typifiseringen av Drammensfjorden ble det ikke lagt så stor vekt på de spesielle forhold som den store ferskvannstilførselen medfører i de øvre metrene i sjøsonen. Vi mener at ferskvannslaget har så stor innvirkning på de biologiske samfunn i gruntvannsonen (ned til ca. 5m dyp) og i sjøsonen at de nye foreslåtte biologiske indekser for beskrivelse av økologisk status ikke kan benyttes for Drammensfjorden. Derfor har vi redefinert indre del av fjorden som en oligohalin fjord, en type det ennå ikke er utviklet biologiske kvalitetsindekser for. En bør benytte SFTs eksisterende kriterisett for vurdering av vannkvalitet (Molvær m. fl. 1997) for Drammensfjorden frem til det eventuelt foreligger biologiske kvalitetsindekser for denne type vannforekomst.

Området utenfor Svelvikterskelen ligner mer på et estuarie ettersom det ikke har noen distinkt terskel ut mot Breiangen. I denne delen av Drammensfjorden skjer en større innblanding av saltere sjøvann og overflatelagets saltholdighet økes dermed betydelig utover i fjorden, fra ca 5 ved Svelvik til ca 15 ved Rødtangen. Denne delen bør derfor defineres som en tradisjonell mesohalin fjord/estuarie. De biologiske forhold i fjordens overflatelag vil være like de i Breiangen, men med et større innslag av brakkevannstolerante alger og dyr i fjæresonen. Nye biologiske indekser som er utviklet for fjorder i Skagerrakregionen vil sannsynligvis kunne benyttes i denne delen av Drammensfjorden, selv om overflatelaget er relativt brakt.

## 2.3 Identifisering av sterkt modifiserte og kunstige vannforekomster

### 2.3.1 Generelt

En vannforekomst som har gjennomgått fysiske endringer som følge av menneskelig virksomhet kan karakteriseres som kunstig (KVF) eller sterkt modifisert (SMVF) etter bestemte kriterier gitt i vannforvaltningsforskriften § 5.

I forbindelse med grovkarakteriseringen er foreløpige SMVF pekt ut, basert på fysiske kriterier, jfr. tabell 5.2 i veilederen. Ved fullkarakteriseringen skal man foreta en *skjønnsmessig* vurdering av den økologiske tilstanden hos de foreløpige SMVF. Disse utpekes som SMVF dersom forholdene er langt fra god økologisk tilstand.

Ved hjelp av tilgjengelige biologiske, kjemiske og fysiske data, samt lokal kunnskap og/eller ekspertvurderinger avgjør man om de foreløpige SMVF kan oppnå god økologisk tilstand (GØT) innen 2015/2021. Dersom det ikke finnes biologiske data å basere vurderingene på, må ekspertskjønn brukes. Dersom en vannforekomst skifter kategori på grunn av de fysiske inngrepene, f.eks. går fra elv til innsjø, skal den automatisk karakteriseres som SMVF.

Til hjelp for den økologiske vurderingen er det utarbeidet vurderingsmoment/kriterier for ferskvann (tabell 5.3 i veilederen). Disse omfatter 1) endringer i eller bortfall av vegetasjonssoner og vegetasjonstyper langs vannforekomsten, 2) vesentlig endring i begroing av alger, bakterier etc., 3) om evt. økt eutrofiering skyldes redusert vanntilførsel eller gjennomstrømning i innsjøer, eller endret sedimenttransport, 4) sterk regulering som har vasket ut eller endret strand og grunnvannssonen i innsjøer, 5) dannelselse av ny våtmarker som følge av endringer i hydromorfologi, 6) bortfall av terrestrisk flora eller fauna pga endret grunnvannsnivå, 7) en eller flere bunndyrindikatorer er borte, 8) arts- eller artsgruppesammensetning eller tetthet/utbredelse av bunndyr er betydelig endret, 9) bestandskarakteristika for bunndyr er vesentlig endret, 10) vandringshinder for fisk og bortfall av kontinuitet. Tilsvarende er ikke utarbeidet for marine områder, men prinsippene fra tabell 5.3 kan følges også for marine områder.

I løpet av høsten 2007 skal et midlertidig klassifiseringssystem for naturlige vannforekomster utarbeides. Sammen med resultatene fra interkalibreringen vil dette få betydning for utpeking av SMVF og fastsettelsen av godt økologisk potensial. Fram til klassifiseringssystemer og klassegrensene er etablert, benyttes de fysiske baserte kriteriene.

### 2.3.2 Drammensfjorden

Klassifiseringssystemene som er under utarbeidelse for ferskvanns- og marine områder kan sannsynligvis ikke benyttes for brakkevannsområder, i hvert fall ikke uten å teste dem først. Det kan vise seg å være behov for å utvikle egne klassifikasjonssystemer for brakkevann. Hverken testing om bruk av ferskvanns- eller marine systemer er mulig, eller utvikling av egne brakkevannssystemer, er planlagt.

Klassifiseringssystemene som brukes i ferskvann vil sannsynligvis ikke la seg overføre direkte til brakkevann, men med stor sannsynlighet vil noen av vurderingskriteriene kunne benyttes. For eksempel

vil det for fisk være naturlig å bruke vandringshindre og bortfall av kontinuitet som kriterier (slik det har vært gjort i rennende vann).

## 2.4 Analyse av belastninger

### 2.4.1 Generelt

Et viktig trinn i karakteriseringen er analyse av hvilke belastninger som påvirker og forventes å påvirke vannforekomstene, og en vurdering av hvor store/betydningsfulle disse påvirkningene er frem til 2015/2021. Sammen med eventuelle tilstandsdata og en vurdering av eventuelle endringer i belastningsbildet fremover, utgjør dette grunnlaget for å i neste omgang vurdere risikoen for at forskriftens mål ikke oppfylles (kap. 7 i veilederen).

Det er fire hovedtyper av belastninger som skal analyseres (jfr. også tabell 6.1 i veilederen):

- (i) Forurensninger (f.eks. næringsstoffer, organisk materiale, miljøgifter, andre forurensende stoffer)
- (ii) Endringer i det hydrologiske regimet (f.eks. endringer i vannføring og vannstand, oppholdstider i innsjøer, permanente innsjøsenkninger, vannuttak, endret salinitet i fjorder pga regulerte vassdrag)
- (iii) Morfologiske endringer/arealinngrep i nedbørfeltet /fjordsystemet (f.eks. forbygning, demninger, drenering/kanalisering, kulverter, bekkelukninger, kaianlegg, endring av terskler)
- (iv) Biologiske påvirkningsfaktorer (f.eks. fremmede arter, sykdom m.m., se boks 6.1 i veilederen)

Det er behov for å kvalitetssikre og supplere belastningsanalysen som er gjennomført så langt. På bakgrunn av lokal og regional kunnskap om belastninger og effekt på vannforekomstene må det gjøres en fornyet vurdering hvorvidt den enkelte type belastning skal vurderes som liten, middels eller stor. Dette gjelder både mht. type belastninger som gjør seg gjeldende, og ikke minst hvilken betydning/effekt de har i lys av vannforekomstens kapasitet. Det bør legges særlig vekt på å samle informasjon om eventuell belastning fra prioriterte stoffer, som har vært lite fokusert så langt. En rapport om prioriterte stoffer er utarbeidet (A study of the priority substances of the Water Framework Directive, lagt ut på vannportalen.no). Der finnes også en oversikt over lokale undersøkelser knyttet til forurensning fra industri fra 2004. Informasjon og kartlegging av menneskeskapte vandrings- og spredningsbarrierer må også taes hensyn til innen fullkarakteriseringen. Statens Vegvesen har her gjort en betydelig jobb i forhold til transportsektoren.

### 2.4.2 Drammensfjorden

Det finnes flere undersøkelser av miljøgiftbelastning på fisk fra Drammensfjorden, jfr. Fjeld og Rognerud 2001, Fjeld m.fl. 2004a,b, Hylland 1996 og Helland m.fl. 2005a,b. Disse undersøkelsene har kartlagt bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og triclosan (Fjeld m.fl. 2004a), samt PCB, DDT og kvikksølv (Hg) i filet av torsk og sjø-ørret fra 2005 (Helland m.fl. 2005a). Ellers er det foretatt undersøkelser av Hg i abbor fra indre fjord i 2001, som viser dels høye verdier (Fjeld og Rognerud 2002), og PCB og dioksiner i torskelever fra indre og ytre fjord i 1991 (Magnusson m.fl. 1993). Det er ikke foretatt analyser av miljøgifter i lever fra fisk siden 1991. Data på miljøgifter i fiskelever synes derfor som noe foreldet i forhold til de kostholdsråd som Mattilsynet fremdeles opprettholder for fiskelever fra hele Drammensfjorden. Det kan jo også påpekes at Mattilsynet baserer sine råd for ytre Drammensfjord på observasjoner av PCB i lever fra torsk fanget i havneområdene i Horten og Holmestrand i hhv. 2000 og 1999. I tillegg til fiskeundersøkelsene er det utført analyser av miljøgifter i sedimenter, samt undersøkelser av tilførsler av forurensende stoffer (Helland m. fl. 2005b).

På grunn av ferskvannslaget er Drammensfjorden en potensielt viktig spredningsveg for lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* (Soleng m.fl. 1993), og muligens for utbredelsen av vasspest (*Elodea canadensis*) (Mjelde og Hvoslef 1985).

## 2.5 Vurdering av risiko for ikke å nå direktivets mål

### 2.5.1 Generelt

Ved grovkarakteriseringen ble det gjennomført en foreløpig risikogruppering til tre ulike kategorier:

- ”ingen risiko”: vannforekomster som åpenbart oppfyller direktivets mål om god tilstand
- ”mulig risiko”: vannforekomster hvor det er usikkert hvorvidt direktivets mål oppfylles eller ikke
- ”risiko”: vannforekomster som åpenbart ikke oppfyller direktivets mål

Kvaliteten på de datasett som er benyttet varierer mellom vannforekomstene, og det er til nå benyttet mye forskjønn og ekspertvurderinger ved inndelingen av vannforekomstene i risikokategorier.

Ved fullkarakteriseringen skal det vurderes hvorvidt det er grunnlag for å endre den foreløpige risiko-klassifiseringen. En slik vurdering gjøres på bakgrunn av

- lokale og regionale data for påvirkning og tilstand som ikke var tilgjengelige for de som gjorde den innledende risikoklassifiseringen
- lokal og regional kjennskap til vannforekomstens kapasitet til å tåle de belastningene de utsettes for
- en vurdering av hvordan vannforekomstens miljøtilstand vil være på det tidspunkt fristen for måloppnåelse går ut

## 2.6 Økonomisk analyse av vannbruk

### 2.6.1 Generelt

I forskrift om rammer for vannforvaltningen, skal det utarbeides en overordnet økonomisk analyse i samsvar med vedlegg III. Den økonomiske analysen har ikke vært en prioritert oppgave i karakteriseringsarbeidet så langt. Arbeidet er startet opp på bakgrunn av nasjonale data, men hoveddelen av arbeidet gjenstår.

### 2.6.2 Drammensfjorden

Det er ikke foretatt noen økonomiske analyser av Drammensfjorden som resipient for forskjellige brukerinteresser. Fjorden synes ikke å være noe problem m.h.t. båtlivet, men det er mulig at forholdene for badelivet i indre del av fjorden er noe reduserte. Fiskemulighetene lider grunnet betydelige problemer med kostholdsråd, og den usikkerheten som ligger i at en mangler kunnskaper om innhold av miljøgifter i visse typer fisk og vevstyper.

## 2.7 Vurdering av dagens tilstand (tilstandsklassifisering)

### 2.7.1 Generelt

I grovkarakteriseringen ble alle vannforekomster med tilgjengelige overvåkingsdata klassifisert etter SFTs klassifiseringssystem for tilstand (Molvær 1997). For deler av landet finnes det svært få vannforekomster med vannkjemiske tilstandsdata, særlig er kunnskap om miljøgifter mangelfull. Også biologiske tilstandsdata har vært mangelfulle. Det eneste datasett som har vært benyttet er bestandsstatus for anadrom laksefisk.

Tilstandsklassifisering for vannforekomster gruppert som ”risiko” eller ”mulig risiko” skal gjennomføres og SFTs klassifiseringssystem (Molvær 1997) legges til grunn. I de tilfeller data mangler/er

mangelfulle, kan data fra vannforekomster med sammenlignbare forhold, og ekspertvurderinger knyttet til belastninger og effekter i de aktuelle økosystemene legges til grunn.

### **2.7.2 Drammensfjorden**

I henhold til Oslo-Paris kommisjonens (OSPAR) kriterier er hele Skagerak definert som ”problem-område” mht eutrofieringstilstand og biologisk mangfold, mye pga antatt årsakssammenheng mellom eutrofiering og sukkertaredød.

## 3. Spesielle temaer

### 3.1 Innledning

For å fullkarakterisere Drammensfjorden stilles det som nevnt ikke krav til nye undersøkelser (se veilederen). Imidlertid er det i det siste utført eller planlagt såpass omfattende inngrep i fjorden, f.eks. utvidelsen av Svelvikterskelen, utfylling av deler av indre havneområde, tiltak mot belastning med miljøgifter fra landbaserte kilder og forurensende sedimenter (Gilhusbukta, okt.2007). Effektene av disse inngrepene på fjordens økologiske forhold og betydningen det vil ha for risikovurderingen kan ikke vurderes på bakgrunn av eksisterende data.. Vi foreslår derfor at man vurderer nye undersøkelser med hovedvekt på de følgende temaene:

### 3.2 Kjemisk og hydrografisk effekt av terskelutvidelsen ved Svelvik

#### 3.2.1 Tilgjengelige data

##### *Sirkulasjon*

Svelvikstrømmen ble mudret i 2003-06 for å bedre innseiling til Drammensfjorden. Massene fra mudringen ble deponert på 100-120 m dyp i Dramstadbukta i Drammensfjorden (Helland 2007).

Undersøkelser av hydrografi og vannutskifting i Drammensfjorden ble foretatt i 1982-84 (Magnusson og Næs 1986) og i 1991 (Magnusson 1994). En enkel teoretisk vurdering av endringer i vannutskiftingen som følge av senket Svelvikterskel er beskrevet i et notat av Magnusson i 1993. Her henvises også til en tidligere teoretisk beregning som ble utført på et enkelt grunnlag av VHL i 1973. Det ble den gang antydnet at en kunne få en optimalt økt frekvens av vannutskifting i Drammensfjorden ved å senke terskelen ved Svelvik med 2 m. Effekten av denne teoretiske modelleringen er ikke verifisert og det er i Magnusson 2007 redegjort for nødvendigheten av ytterligere undersøkelser for å kunne verifisere tidligere vurderinger og i tillegg kunne vurdere hvilke effekter økt terskelverrsnitt vil kunne ha for tilstanden i dypområdene.

##### *Fluks av miljøgifter*

Fluks av miljøgifter fra forurensede bunnsedimenter i Drammensfjorden ved endrede oksygenforhold er undersøkt av Schaanning (1998).

#### 3.2.2 Behov for nye undersøkelser

Det er viktig å dokumentere effektene av utvidelsen av Svelvikterskelen mht. vannutskifting, samt hydrologiske og kjemiske forhold. For en bedre forståelse av grunnlaget for etablering av organisme-samfunn og egnede gyteforhold for fisk, både ferskvannsfisk og saltvannsfisk, er det essensielt å vite hvordan de hydrografiske forhold endrer seg i løpet av året, også sett i relasjon til tidligere års fluktuasjoner. Det anbefales derfor å iverksette hydrografiske undersøkelser hurtigst mulig.

Undersøkelser fra selve dumpeområdet i Dramstadbukta viser at sedimentene er rene (Helland 2007). Det er imidlertid behov for å kartlegge det geografiske omfanget av deponeringen og hvilken miljø-status sedimentene nå har. Dette er viktig kunnskap i forhold til vurderingen av risiko for fluks av miljøgifter fra sedimentene til næringskjeden.



### 3.3 Biologisk karakterisering av den ferskvannsdominerte gruntvannssonen (< 5 m dyp)

#### 3.3.1 Tilgjengelige data

Resipientundersøkelser i Drammenselva og Drammensfjorden på begynnelsen av 1970-tallet omfattet både kjemiske og biologiske forhold (Molvær 1974). I 1982–84 ble det foretatt en basisundersøkelse i Drammensfjorden, som bl.a. inkluderte høyere vegetasjon (Mjelde og Hvoslef 1985) og makroalger (Pedersen m.fl. 1986).

I 1994 ble det foretatt undersøkelser av bunndyr i nedre del av Drammenselva (Bækken og Lien 1994). Registrering av bunndyr i det ferske overflatelaget i Drammensfjorden er gjennomført for områdene innenfor Lierstranda i 1997 (Rigstad og Olsen 1997).

#### 3.3.2 Behov for nye undersøkelser

De biologiske undersøkelsene i gruntvannssonen i Drammensfjorden er dels mangelfulle (særlig zoologiske forhold) og dels gamle (de siste botaniske undersøkelsene ble foretatt for mer enn 20 år siden), og vil etter vår vurdering egne seg dårlig som grunnlag for vurdering av økologisk status. Det bør derfor foretas nye undersøkelser, både botaniske og zoologiske, i fjordens ferskvannsdominerte gruntvannssone. Konkret foreslår vi undersøkelser av algesamfunn (inkludert blågrønnalger) og bunndyr-samfunn. Dessuten bør det foretas en oppdatert undersøkelse av vannvegetasjonen (høyere planter), inkludert en kartlegging av mulig utbredelse av vasspest (*Elodea canadensis*) i fjorden, også med tanke på effekter på verneverdiene på Lingesstranda. Vasspest har forekommet i Drammensvassdraget siden 1950-tallet og ble i 1982-83 registrert ned til Langesøya (Mjelde og Hvoslef, 1985) og noe lenger ned i 2003 (Mjelde 2004), men med forholdsvis begrenset utbredelse. Tidligere undersøkelser har vist at planten kan tåle en saltholdighet opp mot 2.5 (Mjelde og Hvoslef 1985, med referanser).

### 3.4 Tilstanden i dypområdene (> 5 m dyp)

#### 3.4.1 Tilgjengelige data

##### *Biologisk karakterisering - hardbunn*

Det er ikke registrert alger på hardbunn dypere enn 5 m innenfor Svelvikterskelen, Pedersen m.fl. 1986 registrerte dyr ned til 20-30m på noen lokaliteter i indre fjord, men stasjonene var den gang betydelig nedslammet og lite egnet for registrering av hardbunnsfauna.

##### *Biologisk karakterisering - bløtbunn*

I forbindelse med basisundersøkelsene i Drammensfjorden i 1982–84 ble det også foretatt kartlegging av bløtbunnsfauna i dypintervallet 15-40m (Rygg 1986). Den gang var 40m nedre grense for oksygenholdige sedimenter. Under dette dyp var bunnen død.

##### *Sedimenter*

Innhold av miljøgifter i sedimentene i Drammensfjorden, særlig indre del, er grundig undersøkt ved flere anledninger, bl. a. i forbindelse med basisundersøkelsene i 1982–84 (Næs 1984, Fylkesmannen i Buskerud 1991, 2003, Konieczny m.fl. 1994, Fjeld og Rognerud 2002, Fjeld m.fl. 2004a,b, Helland 2002, Helland m.fl. 2005, Helland og Nilsson 2006).

#### 3.4.2 Behov for nye undersøkelser

Ettersom utvidelse av Svelvikterskelen sannsynligvis har endret dypvannsutskiftningen i Drammensfjorden, med økt utskiftning av oksygenfattig bunnvann, bør en foreta en ny undersøkelse av bløtbunns-samfunnet. En enkel inventering med hjelp av fjernstyrt ubåt utstyrt med videokamera med opptaksmuligheter, vil kunne benyttes for å oppdatere forekomst av hardbunnorganismer i indre

del av fjorden. Dypområder i ytre del av Drammensfjorden vil kunne dekkes av de pågående Ytre Oslofjord-undersøkelsene.

### 3.5 Bestandskartlegging av fisk

#### 3.5.1 Tilgjengelige data

Det er påvist 42 fiskearter i Drammensfjorden/nedre del av Drammenselva (se referanser i Jensen 1999), men dette tallet er basert på undersøkelser som er mer enn 12 år gamle. De siste fiskeundersøkelsene i Drammensfjorden ble gjort på 1990-tallet (Fylkesmannen i Buskerud 1991, 1993, 1994, Bjørge m. fl. 1999). De fleste fiskeundersøkelsene har i stor grad fokusert på laks og sjørøret (se Hansen m. fl. 1996). Undersøkelsen til Bjørge m. fl. (1999) er interessant da den dokumenterer årstidsvariasjon i fiskesamfunnets sammensetning i indre del av fjorden. Dessverre dekker undersøkelsen et snevert antall habitater og fisk mindre enn ca 20 cm ble av metodiske årsaker ikke innsamlet. Laksen i hovedsidevassdragene Drammenselva og Lierelva er angrepet av parasitten *G. salaris*. En vil derfor i praksis kunne sortere disse vassdragene under risikokategorien "at risk", siden disse bestandene av laks tilhører bestandskategori 2 (truet bestand). Det er imidlertid usikkert hvorvidt disse vassdragsrelaterte kategoriseringene også kan benyttes på tilstøtende fjorder. For eksempel nevner metodeveilederen for fullkarakterisering at pressfaktorer som rømt oppdrettsfisk og lakselus bare skal bli vurdert ved karakteriseringen av vassdrag, og ikke i sjøområder, inkludert fjorder. Hvorvidt det samme gjelder for de andre vassdragsrelaterte karakteriseringskriteriene for fisk er usikkert.

Også for Drammensfjorden vil kriteriene "Vandrings- og spredningsbarrierer som hindrer naturlig spredning av arter" samt "spredning av nye arter" være viktige fiskerelaterte faktorer for fastsettelsen av risikokategori i forhold til å nå god økologisk status innen år 2015 (evt 2021). Sett i forhold til dette framstår dagens kunnskap om fiskesamfunnet i Drammensfjorden som mangelfull. Det har i liten grad vært gjennomført systematisk kartlegging av hele fiskesamfunnet, noe som er avgjørende for å evaluere fiskediversiteten og eventuelle innslag av fremmede arter i systemet.

#### 3.5.2 Behov for nye undersøkelser

På grunn av pågående og planlagte inngrep er det av avgjørende betydning at fiskesamfunnet i Drammensfjorden kartlegges. Eksempler på slike inngrep/påvirkninger er:

1. Utdypingen av Svelvikstrømmen fra 10 til 12 meter – åpnet 12. juni 2006
2. Pågående utfylling og utbygging av Drammens havneområder (Nøstestranda utenfor ABB, Tømmerterminalen, Bragernesløpet)
3. Planlagt utfylling og utbygging av Lierstrandas gruntvannsområder (Gilhusbukta)
4. Skipstrafikk kan innføre nye arter
5. Varmere sjøvann kan medføre innføring av nye arter (f. eks. har havabbor allerede etablert seg i Drammensfjorden)
6. Nye fiskearter blir spredt av sportsfiskere/akvarister

Det er utarbeidet et omfattende prosjektforslag for kartlegging av fiskesamfunnet (Haugen 2007), som ikke bare dekker Drammensfjorden men også nedre del av Drammenselva, siden mange av fiskeartene vandrer mellom disse to leveområdene. For Drammensfjordens vedkommede vil det, sett i lys av kriteriene som legges til grunn for evaluering av ferskvannssystemer under vannrammedirektivet, være spesielt viktig å få oppdatert informasjon på status i forhold til vandringshindre og/eller fjerning av kontinuitet, samt å få en totaloversikt over hvilke fiskearter som finnes i fjorden slik at en kan vurdere hvorvidt fremmede arter nylig har etablert seg. Denne informasjonen er helt avgjørende for en tilstandsklassifisering der fisk inngår, i hvertfall om en skal legge samme kriterier til grunn som i ferskvann (eksemplifisert ved Den Europeiske Fiskeindeksen (EFI), se <http://www.eugris.info/displayresource.asp?ResourceID=4091&Cat=document>, utviklet for fisk i rennende vann).

## **3.6 Miljøgifter i fisk**

### **3.6.1 Tilgjengelige data**

Registrering av kvikksølv i ferskvannsfisk ble sist foretatt i 2001 for abbor fanget innerst i fjorden, mellom utløpet av Drammenselva og Gilhusodden. Nivået var høyt i stor abbor (over 35-40 cm). Erfaringsmessig kan det samme også gjelde voksne gjedder og annen gammel rovfisk. I torsk og sjøørret ble det i 2005 funnet lavt/moderat kvikksølvinnhold (Helland m.fl. 2005a). Moderate/lave konsentrasjoner av bl.a. bromerte flammehemmere ble funnet i ulike arter av fisk fra 2003-2004 (Fjeld m.fl. 2004a,b).

Mattilsynet fraråder konsum av fiskelever fra hele Drammensfjorden. Fjorden er ikke vurdert for seg, men betraktet som del av Oslofjorden innenfor Horten-Jeløya ([www.mattilsynet.no](http://www.mattilsynet.no)). Rådet er basert på forhøyede PCB-verdier i torsk fra havneområdene i Holmestrand og Horten, hhv. mer enn 5 og 10 km fra munningen av Drammensfjorden. PCB i lever av torsk fra indre/ytre Drammensfjord er ikke undersøkt siden 1991 (Magnusson m. fl. 1993). Nivået av PCB/dioksiner i torsken fra ytre fjord var den gang moderat forhøyet (mindre enn 2 ganger antatt høyt bakgrunnsnivå). I 2005 ble det i filet av torsk og sjøørret fra indre Drammensfjorden funnet moderat forurensning med PCB (Helland m.fl. 2005a).

### **3.6.2 Behov for nye undersøkelser**

Siden rådet om å ikke spise fiskelever hviler på utdaterte eller tvilsomt relevante observasjoner, er det nødvendig å få ajourført kunnskap om situasjonen. Som et minimum betyr det nye analyser av PCB/dioksiner i lever av torsk fra både indre og ytre fjord, analyser av de samme stoffgruppene i ål, samt registreringer av kvikksølv i abbor og gjedde fra innerste del av fjorden. I tillegg bør filet/lever av utvalgte arter av fisk (torsk, sjøørret, ål og abbor analyseres på innhold av tinnorganiske stoffer, både forbindelser av tributyltinn og trifenylyltinn).

## 4. Antydte kostnadsramme for nye undersøkelser

I prioritert rekkefølge

Beskrivelse	tidsrom	antydte kostnad
Hydrografiske undersøkelser	2007-2009	203'
Miljøgifter i fisk	2009	315'
Romlig og sesongmessig kartlegging av fiskesamfunnet i Drammensfjorden	2008-2009	1 500'
Bløtbunnsundersøkelser	2010	230'
Gruntvannsundersøkelser: alger + blågrønnalger	2008	190'
Gruntvannsundersøkelser: bunndyr	2009	150'
Gruntvannsundersøkelser: vannplanter	2009 el 2010	150'
Videodokumentasjon av hardbunnsorganismer >5m dyp	2009	100'

*mva. ikke inkludert*

## 5. Litteratur

Bjørge, A. m. fl. 1999. Naturfaglig konsekvensutredning for Lier industriterminal. NINA Oppdragsmelding 568. 36 s.

Bækken, T., Lien, L. 1994. Konsekvensanalyse "Lukket løsning Bragernes". Konsekvensanalyse for Drammenselva - trinn 1. Sedimentundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3137.

Fjeld, E., Rognerud, S. 2002. Kvikksølv i sedimenter fra Drammenselva og abbor fra indre Drammensfjord, 2000-2001. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4523.

Fjeld, E., Schlabach, M. (NILU), Berge, J.A., Eggen, T. (Jordforsk), Snilsberg, P. (Jordforsk), Kjellberg, G., Rognerud, S., Enge, E.K. (NILU), Borgen, A. (NILU), Gundersen, H. (NILU). 2004a. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter - bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og triclosan. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4809.

Fjeld, E., Schlabach, M. (NILU), Rognerud, S., Kjellberg, G. 2004b. Miljøgifter i sedimenter og fisk i Mjøsa, Drammensvassdraget og Drammensfjorden, oppfølgende undersøkelser i 2004. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4896.

Fylkesmannen i Buskerud 1991. Sjøørreten rundt Drammensfjorden. Forekomst, miljøproblemer og tiltak for å styrke bestanden. Rapport 4.

Fylkesmannen i Buskerud 1993. Fiskeribiologiske undersøkelser i Drammensfjorden 1991. Rapp. 22.

Fylkesmannen i Buskerud 1994. Status og kultiveringsstrategi for ferskvannsfisk i Buskerud. Rapp. 9.

Fylkesmannen i Buskerud 2003. Tiltaksplan for forurenset sjø- og elvebunn i Drammensvassdraget. Fase 1 Miljøstatus, kilder og prioriteringer. Rapport 1.

Hansen, L.P., Jonsson, B. og Jonsson, N. 1996. Overvåkning av laks fra Imsa og Drammenselva. NINA Oppdragsmelding 401. 28 s.

Haugen, T.O. 2007. Kartlegging av fiskesamfunnene i nedre del av Drammenselva og Drammensfjorden — et prosjektforslag. NIVA-brev (j.nr. 1372/07) av 13. september 2007.

Helland, A. 2002. Miljøgifter i sjøvann, sedimenter og SPMD i Drammensfjorden utenfor anlegget til Franzefoss Gjennvinning A/S. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4478.

Helland, A., Ruus, A., Schøyen, M., Bakketun, Å., Øxnevad, S. 2005a. Tiltaksplan Drammensfjorden - Fase 2 - Analyser av torsk og sjøørret. NIVA-rapport OR-5125.

Helland, A., Skarbøvik, E., Lindholm, O. 2005b. Tiltaksplan for Drammensfjorden-Fase 2 Kilder til forurensning - Elvetilførsler - Avrenning fra urbane områder - Sedimenterende materiale. NIVA-rapport OR-5066.

Helland, A., Nilsson, H. 2006. Sedimentundersøkelser i dypområdene i indre del av Drammensfjorden 2005. OR-5138.

- Helland, A. 2007. Dramstadbukta, Drammensfjorden. Etterkontroll av deponeringsområdet ved mudring av Svelvikstrømmen. NIVA-rapport l.nr. 5337-2007, 14 s.
- Hylland, K. 1996. Bioakkumulering av miljøgifter fra marine sediment - etablering av et test-system. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3537.
- Konieczny, R., Bruskeland, O. (NOTEBY), Brønstad, G.(NOTEBY), Helland, A., Hovde, L.R. (NOTEBY). 1994. Kartlegging av miljøgifter i sedimenter i Indre Drammensfjorden 1993. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3034.
- Magnusson, J., Næs, K. 1986. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Delrapport 6: Hydrografi, vannkvalitet og vannutskifting. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1892
- Magnusson, J., 1993. Drammens utslipp og betydning for vannkvaliteten i Drammensfjorden og Oslofjorden. NIVA—notat 13.10.1993.
- Magnusson, J., Knutzen, J., Kopperud, I., Skåre, J.U. 1993. Overvåking av miljøgifter i fisk fra Drammensfjorden og Drammenselva 1991. NIVA rapport OR-2838. 50ss.
- Magnusson, J. 1994. Hydrografi og hydrokjemi i Drammensfjorden. Situasjonen i 1991. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3044.
- Magnusson, J. 2007. Vedr. Svelvikstrømmen og vannutskiftningen i Drammensfjorden. Norsk instiutt for vannforskning. Brev av 25. januar 2005. Jnr. 132/07.
- Mjelde, M., Hvoslef, S. 1985. Undersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Delrapport: Høyere vegetasjon. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1818.
- Mjelde, M. 2004. Drammenselva, Drammen kommune. Makrovegetasjonen 2003. Niva rapport OR-4814. 14s.
- Moy, F., Bekkby, T. (NINA), Cochrane, S. (Akvaplan-niva), Rinde, E. (NINA) , Voegele, B. (Akvaplan-niva) 2003. Marin karakterisering. Typologi, system for å beskrive økologisk naturtilstand og forslag til referansenettverk. Fou-oppdrag tilknyttet EUs rammedirektiv for vann. Norsk institutt for vannforskning, lnr. OR-4731.
- Molvær, J. 1974. Resipientundersøkelser av Drammenselva og Drammensfjorden. Rapport nr.1; Generelle forhold - Tidligere undersøkelser Forurensningstilførsler. NIVA-rapport OR-0624
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.
- Næs, K. 1984. Basisundersøkelse i Drammensfjorden 1982/83. Delrapport: Sedimenter. NIVA-rapport OR-1664.
- Pedersen, A., Wiik, Ø., Kvalvågnæs, K. 1986. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-1984, Delrapport 4. Undersøkelse av marine organismesamfunn på grunt vann. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1835.
- Rammedirektivet for vann. Metodikk for karakterisering av vannforekomster i Norge.” versjon 1,0 juni 2007). Direktoratet for Naturforvaltning

Rigstad, K., Olsen, K. M. 1997. Biologiske verdier i og innenfor et gruntvannsområde i indre deler av Drammensfjorden. Konsekvenser ved utfylling. Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfisk (LFI), Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo. Oslo. 26 s (+vedlegg).

Rygg, B. 1986. Basisundersøkelse i Drammensfjorden 1982-1984. Delrapport 3. Bløtbunnfauna. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1863.

## VEDLEGG. Relevant litteratur om Drammensfjorden

- Alve, E. 1990. Variations in estuarine foraminiferal biofacies with diminishing oxygen conditions in Drammensfjord, SE Norway. In: C.e.a. Hemleben (Editor), *Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, pp. 661-694.
- Alve, E. 1995. Benthic foraminiferal distribution and recolonization of formerly anoxic environments in Drammensfjord, Southern Norway. *Marine Microplaeontology* 25(2-3): 169-186.
- Alve, E. 1996. Benthic foraminiferal evidence of environmental change in the Skagerrak over the past six decades. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin* 430: 85-93.
- Alve, E., and S. T. Goldstein. 2003. Propagule transport as a key method of dispersal in benthic foraminifera (Protista). *Limnology and Oceanography* 48:2163-2170.
- Bakke T. og Helland A. 2002. Miljøkonsekvenser ved mudring av Svelvikterskelen og deponering i Dramstadbukta. NIVA-rap. L.nr. 4581, 25 s.
- Berge, JA 2001. Undersøkelser av miljøgifter i sediment fra Svelvikstrømmen. NIVA-rapport l.nr. 4430-2001. Norsk institutt for vannforskning. 22 s.
- Bernhard, J.M. & Alve, E. 1996. Survival, ATP pool, and ultrastructural characterization of benthic foraminifera from Drammensfjord (Norway): response to anoxia. *Marine Micropaleontology* Vol. 28 (1) pp. 5-17
- Bernhard, J. M., and S. S. Bowser. 1999. Benthic foraminifera of dysoxic sediments: chloroplast sequestration and functional morphology. *Earth-Science Reviews* 46:149-165.
- Bjørge, A. m. fl. 1999. Naturfaglig konsekvensutredning for Lier industriterminal. NINA Oppdragsmelding 568. 36 s.
- Bækken, T., Lien, L. 1994. Konsekvensanalyse "Lukket løsning Bragernes". Konsekvensanalyse for Drammenselva - trinn 1. Sedimentundersøkelser. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3137.
- Det Norske Veritas 2006. Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord - femårsrapport 2001-2005. Rapport nr. 2006-0831.
- Faafeng, B., Lillegård, E. og Vennerød, K. 1986. Drammensfjorden – oerådebeskrivelse, bruker-interesser og tilførsler av forurensinger. Forurensings situasjonen i Drammenselva og Drammensfjorden – en artikkelsamling. S. 191-201.
- Fjeld, E., Rognerud, S. 2001. Kvikksølv i sedimenter fra Drammenselva og abbor fra indre Drammensfjord, 2000-2001. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4523.
- Fjeld, E., Schlabach, M. (NILU), Berge, J.A., Eggen, T. (Jordforsk), Snilsberg, P. (Jordforsk), Kjellberg, G., Rognerud, S., Enge, E.K.(NILU), Borgen, A. (NILU), Gundersen, H. (NILU). 2004. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter - bromerte flammehemmere, klorerte parafiner, bisfenol A og triclosan. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4809.



Fjeld, E., Schlabach, M. (NILU), Rognerud, S., Kjellberg, G. 2004. Miljøgifter i sedimenter og fisk i Mjøsa, Drammensvassdraget og Drammensfjorden, oppfølgende undersøkelser i 2004. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4896.

Fylkesmannen i Buskerud 1988. Tiltaksplan mot forurensninger i Drammenselva og Drammensfjorden. Rapp. 19.

Fylkesmannen i Buskerud 1991. Sjøørreten rundt Drammensfjorden. Forekomst, miljøproblemer og tiltak for å styrke bestanden. Rapp. 4.

Fylkesmannen i Buskerud 1992. Badevannskvalitet i Drammensfjorden 1991. Rapp. 4.

Fylkesmannen i Buskerud 1992. Tiltaksanalyse mot forurensning i Drammenselva og Drammensfjorden. Rapp. 24.

Fylkesmannen i Buskerud 1992. Vassdragsundersøkelser i Lierelva 1981-1991. Rapp. 25.

Fylkesmannen i Buskerud 1993. Fiskeribiologiske undersøkelser i Drammensfjorden 1991. Rapp. 22.

Fylkesmannen i Buskerud 1993. Miljøpakken for Drammensområdet. Sluttrapport. Rapp. 9.

Fylkesmannen i Buskerud 1994. Forurensning fra hytteområder. En undersøkelse av separate avløpsanlegg. Rapp. 3.

Fylkesmannen i Buskerud 1994. Interkommunalt avløpsarbeid i Drammensregionen. Rapp. 8.

Fylkesmannen i Buskerud 1994. Miljøgift i sedimenter i Drammensfjorden 1993. Rapp. 1.

Fylkesmannen i Buskerud 1994. Natur og friluftsområder langs Drammensfjorden. Rapp. 4.

Fylkesmannen i Buskerud 1994. Status og kultiveringsstrategi for ferskvannsfisk i Buskerud. Rapp. 9.

Fylkesmannen i Buskerud 1995. Plantevernmiddelester i Liervassdraget 1991-1993. Rapp. 3.

Fylkesmannen i Buskerud 1995. Plantevernmiddelester i Liervassdraget 1994. Rapp. 10.

Fylkesmannen i Buskerud 1995. Vassdragsovervåking 1994 - Klassifisering av vannkvalitet. Rapp. 4.

Fylkesmannen i Buskerud 1996. Status og strategi for kultivering av ferskvassfisk i Buskerud. Rapp. 5.

Fylkesmannen i Buskerud 1999. Botaniske registreringer langs kysten av Buskerud "Oslofjord - Verneplan". Rapp. 4.

Fylkesmannen i Buskerud 2000. Overvåking av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* på Østlandet, status for laks og sjøørret i Buskerud 1999. Rapp. 3.

Fylkesmannen i Buskerud 2000. Vannkvalitet i Buskerud – tidsutvikling. Rapp. 2.

Fylkesmannen i Buskerud 2003. Tiltaksplan for forurensset sjø- og elvebunn i Drammensvassdraget. Fase 1 Miljøstatus, kilder og prioriteringer. Rapp. 1.

Fylkesmannen i Buskerud. Status og utvikling av vannkvalitet i Drammenselva, Begna, Storelva, Sokna og Åroselva fra 2000-2003. Rapp. 1, 2004.

- Hansen, L.P., Jonsson, B. og Jonsson, N. 1996. Overvåkning av laks fra Imsa og Drammenselva. NINA Oppdragsmelding 401. 28 s.
- Helland, A. 2002. Miljøgifter i sjøvann, sedimenter og SPMD i Drammensfjorden utenfor anlegget til Franzefoss Gjennvinning A/S. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4478.
- Helland, A. 2005. Tiltaksplan Drammensfjorden Fase 2. Forslag til videre overvåking. NIVA-rapport OR-5126.
- Helland, A. 2006a. Miljøovervåking ved utdyping av Svelvikstrømmen. NIVA-rapport l.nr. 5300.
- Helland, A. 2006b. Miljøovervåking ved utdyping av Svelvikstrømmen. NIVA-rapport OR-5300.
- Helland, A. 2007. Dramstadbukta, Drammensfjorden. Etterkontroll av deponeringsområdet ved mudring av Svelvikstrømmen. NIVA-rapport l.nr. 5337-2007.
- Helland, A., Nilsson, H. 2006. Sedimentundersøkelser i dypområdene i indre del av Drammensfjorden 2005. OR-5138.
- Helland, A., Ruus, A., Schøyen, M., Bakketun, Å., Øxnevad, S. 2005a. Tiltaksplan Drammensfjorden - Fase 2 - Analyser av torsk og sjøørret. NIVA-rapport OR-5125.
- Helland, A., Skarbøvik, E., Lindholm, O. 2005b. Tiltaksplan for Drammensfjorden-Fase 2 Kilder til forurensning - Elvetilførsler - Avrenning fra urbane områder - Sedimenterende materiale. NIVA-rapport OR-5066.
- Hvoslef, S., Kirkerud, L., Knutzen, J., Kvalvågnæs, K., Magnusson, J., Mjelde, M., Næs, K., Pedersen, A., Rygg, B., Wiik, Ø. 1987. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Konklusjonsrapport. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-2045.
- Hylland, K. 1996. Bioakkumulering av miljøgifter fra marine sediment - etablering av et test-system. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3537.
- Ibrekk, H.O., Holtan, G. 1988. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.1: Forurensnings-tilførsler til Ytre Oslofjord. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-2146.
- Jensen, T. 1999. Fiskeressursene i Drammen kommunes del av Drammenselva og Drammensfjorden. Drammen kommune. Kultursektoren, Naturforvaltningsseksjonen. 33 s.
- Jonsson, N., B. Jonsson, and L. P. Hansen. 1997. Changes in proximate composition and estimates of energetic costs during upstream migration and spawning in Atlantic salmon *Salmo salar*. Journal of Animal Ecology 66:425-436.
- Knutzen, J., Hvoslef, S., Kirkerud, L. 1986. Basisundersøkelse i Drammensfjorden. Delrapport 5: Miljøgifter i organismer. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1836.
- Konieczny, R., Bruskeland, O. (NOTEBY), Brønstad, G.(NOTEBY), Helland, A., Hovde, L.R. (NOTEBY). 1994. Kartlegging av miljøgifter i sedimenter i Indre Drammensfjorden 1993. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3034.

- Magnusson, J. 1990. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.4c og 3.5d: Hydrografiske observasjoner Drøbaksundet februar - november 1988, Ytre Oslofjord juni 1988, Ytre Oslofjord/Skagerak NO august 1988. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-2401.
- Magnusson, J., 1993. Drammens utslipp og betydning for vannkvaliteten I Drammensfjorden og Oslofjorden. NIVA—notat 13.10.1993.
- Magnusson, J. 1994. Hydrografi og hydrokjemi i Drammensfjorden. Situasjonen i 1991. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3044.
- Magnusson, J. 1996. Overvåking av Drammensfjorden 1995. Vannkvaliteten i overflatelaget. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3515.
- Magnusson, J. 2000. Oksygenforholdene i Drammensfjorden oktober 2000. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-4311.
- Magnusson, J. 2007. Vedr. Svelvikstrømmen og vannutskiftningen i Drammensfjorden. Norsk institutt for vannforskning. Brev av 25. januar 2005. Jnr. 132/07.
- Magnusson, J., Knutzen, J., Kopperud, I., Skåre, J.U. 1993. Overvåking av miljøgifter i fisk fra Drammensfjorden og Drammenselva 1991. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-2838.
- Magnusson, J., Molvær, J. 1999. TRANSFJO. Hydrophysical observations in the Frierfjord, the Drammensfjord and the Iddefjord July-December 1997. Data report. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-report OR-3951.
- Magnusson, J., Næs, K. 1986. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Delrapport 6: Hydrografi, vannkvalitet og vannutskifting. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1892.
- Mjelde, M., Hvoslef, S. 1985. Undersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Delrapport: Høyere vegetasjon. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1818.
- Molvær, J. 1974. Resipientundersøkelser av Drammenselva og Drammensfjorden. Rapport nr.1; Generelle forhold - Tidligere undersøkelser Forurensningstilførsler. NIVA-rapport OR-0624
- Næs, K. 1984. Basisundersøkelse i Drammensfjorden 1982/83. Delrapport: Sedimenter. NIVA-rapport OR-1664.
- Pedersen, A., Wiik, Ø., Kvalvågnæs, K. 1986. Basisundersøkelser i Drammensfjorden 1982-1984, Delrapport 4. Undersøkelse av marine organismesamfunn på grunt vann. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1835.
- Rigstad, K., Olsen, K. M. 1997. Biologiske verdier i og innenfor et gruntvannsområde i indre deler av Drammensfjorden. Konsekvenser ved utfylling. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfisk (LFI), Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo. Oslo. 26 s (+vedlegg).
- Rygg, B. 1986. Basisundersøkelse i Drammensfjorden 1982-1984. Delrapport 3. Bløtbunnfauna. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-1863.
- Sandhaugen, A.I. & Hansen, L.P. 2001. Beskatning av atlantisk laks (*Salmo salar* L.) i Drammenselva. NINA Fagrapport 51: 1-44.

- Schouten, S., Damsté, J. S. S., Smittenberg, R. H., Baas, M. 2005. The demise of the alga *Botryococcus braunii* from a Norwegian fjord was due to early eutrophication. *Holocene*, 2005 (Vol. 15) (No. 1) 133-140.
- Schaanning, M. 1998. Biotilgjengelighet av Hg, Cd, PCB og DDT under reoksidasjon av anoksiske sedimenter fra Drammensfjorden. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3827.
- Schaanning, M., Næs, K., Egeberg, P.K. and Bome, F. (1988) Cycling of manganese in the permanently anoxic Drammensfjord. *Mar. Chem.* 23, 365-382.
- Semb, S.I, Brevik, E.M. 1998. Omregningsfaktorer for bestemmelse av total-PCB i ulike sedimenttyper. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3986.
- Skei, J., Andersen, L. 1996. Nedbryting av DDT i sedimenter og bioakkumulering i sedimentlevende dyr. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-3531.
- Smittenberg, R.H., M. Baas, M.J. Green, E.C. Hopmans, S. Schouten and J.S. Sinninghe Damsté 2005. Pre- and post-industrial environmental changes as revealed by the biogeochemical sedimentary record of Drammensfjord, Norway. *Marine Geology* 214 (1-3): 177-200.
- Smittenberg, R. H., M. Baas, S. Schouten, and J. S. S. Damste. 2005. The demise of the alga *Botryococcus braunii* from a Norwegian fjord was due to early eutrophication. *Holocene* 15:133-140.
- Soleng, A., Bakke, T.A. & Hansen, L.P. 1998. Potential for dispersal of *Gyrodactylus salaris* (Platyhelminthes, Monogenea) by sea-running stages of the Atlantic salmon (*Salmo salar*): field and laboratory studies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55(2): 507-514.
- Sørensen, K., Aas, E. (UiO), Lindell, T. (CFB). 1990. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord 1989. Delprosjekt 4.6a: Optiske målinger. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-2407.
- Öztürk, M. 1998. Major nutrients profiles in sulfidic water of Drammensfjord, and iron-manganese-phosphate correlations at the oxic-anoxic interface. ICES Symposium on Brackish Water Ecosystems. Helsinki, 25-28 August 1998. Poster.
- Öztürk, M. 1995. Trends of trace-metal (Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd and Pb) distributions at the oxic-anoxic interface and in sulfidic water of the Drammensfjord. *Marine Chemistry* 48:329-342.
- Aas, E. (UiO), Andresen, T. (UiO), Løyning, T. (UiO), Sjørgård, E. (UiO). 1989. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.7b: Optiske observasjoner – overflatevannets kvalitet sett ut fra observasjoner i overflatelaget. Norsk institutt for vannforskning. NIVA-rapport OR-2361.